

J 7300 S

## RECHERCHE ET PRODUCTION COTONNIÈRES AU NICARAGUA

## BILAN DE CINQ ANNÉES DE LUTTE PHYTOSANITAIRE

par

**J. LABOUCHEIX**

Entomologiste à l'I.R.C.T.

## RÉSUMÉ

Alors que la production cotonnière tient une place importante dans l'économie du Nicaragua, un certain nombre de facteurs avaient amené la culture du coton à la limite de la rentabilité.

La création du Centre Expérimental du Coton en 1966 est une des mesures qui ont le plus efficacement contribué à l'amélioration actuelle de la situation. Une mission d'assistance technique française, effectuée par des experts de l'I.R.C.T. a prêté son concours au développement de cette action de recherche dont le bilan s'avère largement positif.

Cet article est consacré aux problèmes de la protection phytosanitaire, et aux principaux résultats obtenus dans ce domaine depuis 1966. Après l'énumération des principaux ravageurs des cultures cotonnières, l'auteur montre comment un meilleur choix des produits insecticides et une diminution du nombre des pulvérisations ont permis d'améliorer la rentabilité de cette culture dont le redressement est constant depuis 1970.

Le Nicaragua est situé entre les 11° et 15° degrés de latitude Nord au centre du grand isthme continental qui unit l'Amérique du Nord à l'Amérique du Sud.

Sur le plan culturel, l'Amérique Centrale est une partie intégrante de l'Amérique Latine mais, sur le plan géographique, elle conserve de par sa situation particulière une originalité marquée.

Le Nicaragua, d'une superficie de 150 000 km<sup>2</sup>, est limité à l'Ouest par l'océan Pacifique, à l'Est par l'océan Atlantique, au Sud par le Costa Rica et au Nord par le Honduras et le Salvador. Comme ses voisins, il est traversé par une chaîne volcanique orientée Nord-Sud qui détermine deux zones climatiques différentes suivant que l'on se trouve du côté Atlantique ou du côté Pacifique. La culture cotonnière se pratique exclusivement dans cette dernière partie et c'est dans les riches plaines volcaniques que se sont concentrées la majeure partie des plantations.

La culture cotonnière a pris une place prépondérante dans l'économie de ce pays à vocation essentiellement agricole. Selon MINER (1960) la production de coton était insignifiante avant 1950 et ne dépassait pas 5 000 balles par an. La pénurie de coton consécutive à la guerre de Corée amena les Etats-Unis à encourager la culture de leurs propres variétés dans les pays voisins, et il semble bien que ce soit là l'origine du développement de la production cotonnière au Nicaragua.

En 1954-1955, cette production était de l'ordre de 200 000 balles. Depuis lors le coton constitue une des principales sources de devises du Nicaragua qui exporte la quasi-totalité de sa production. Actuellement, plus de 70 % sont exportés vers le Japon qui est un

des partenaires commerciaux privilégiés du pays. Au cours des dix dernières années la production a toujours été égale ou supérieure à 300 000 balles. Pour ce qui est des superficies cultivées, elles ont fortement augmenté de 1963 à 1966, puis diminué jusqu'en 1970 pour augmenter à nouveau en 1971 et 1972. On trouvera dans le tableau 1 les éléments essentiels de cette évolution depuis 1958.

Tableau 1. — *Quelques éléments de la production cotonnière au Nicaragua : superficie en cotonnier, production et rendement à l'hectare en coton-graine, production de fibre.*

Années	Superficies semées (ha)	Production totale (tonnes)	Rende- ment (kg/ha)	Production balles (fibre)
1958	72 700	150 314	2 067	213 232
1959	66 800	87 762	1 313	128 118
1960	57 400	98 491	1 713	147 299
1961	75 700	166 118	2 194	245 202
1962	94 600	216 040	2 282	319 286
1963	116 200	276 235	2 376	409 746
1964	135 000	361 248	2 676	561 368
1965	143 000	325 569	2 275	484 808
1966	150 700	340 325	2 240	504 111
1967	146 300	298 059	2 035	448 000
1968	131 400	271 000	2 063	403 000
1969	108 500	199 500	1 838	300 000
1970	95 400	236 500	2 480	344 000
1971	109 250	294 800	2 700	458 000
1972				450 000*

\* Production au 15 mai 1973

Ainsi qu'on peut en juger par le tableau I, le Nicaragua a une production qui le situe dans les quinze premiers pays producteurs de coton. Quant aux rendements par unités de surface ils sont certainement parmi les plus élevés du monde compte tenu de l'importance des superficies semées. Pourtant, cette culture hautement intensive s'est vue menacée il y a quelques années : des facteurs externes, tels la chute des cours mondiaux, et surtout des facteurs internes sont intervenus pour rompre l'équilibre : coûts de production excessifs, utilisation de zones peu favorables à la culture, absence de moyens de recherche réellement efficaces. La lecture du tableau I reflète assez bien cette crise qui semble d'ailleurs être en voie de solution si l'on en juge par les résultats des trois dernières campagnes.

Le redressement de la situation n'est pas dû au hasard, bien au contraire il est la conséquence d'un réel effort de la part des autorités nicaraguayennes responsables de la production cotonnière. Certes, les cours mondiaux se sont très sensiblement raffermis, mais aussi et surtout les mesures prises par le Gouvernement nicaraguayen commencent à porter leurs fruits. Parmi ces mesures, la plus importante probablement est la création d'un organisme chargé d'entreprendre toutes les recherches relatives à la culture cotonnière.

## LE CENTRE EXPÉRIMENTAL DU COTON DE POSOLTEGA

Jusqu'en 1966, il n'existait pratiquement pas de recherche appliquée au cotonnier, et dans tous les domaines la situation s'était passablement détériorée, au détriment exclusif de l'agriculteur. Champion de la libre entreprise, le Nicaragua était devenu le lieu de prédilection des marchands qui se disputaient les faveurs de l'agriculteur afin de pouvoir vendre leurs graines, leurs insecticides, leurs engrais et leurs machines. Le planteur trop sollicité, mais mal informé, était complètement désarmé et s'en remettait au plus offrant.

Conscient de la gravité de la situation, le Gouvernement décida de créer le Centre Expérimental du Coton, organisme rattaché à la Commission Nationale du Coton. Situé à Posoltega, à une vingtaine de kilomètres de la ville de León, ce centre est le fruit d'un effort d'investissement considérable. Il est bon de souligner à ce propos que si les experts de la mission française en ont recommandé les structures fondamentales, c'est la Banque Centrale du Nicaragua qui en a assuré le financement intégral.

Actuellement, le centre est parfaitement équipé et organisé et il comprend :

- une section et un laboratoire d'entomologie,
- une section et un laboratoire d'agronomie,
- une section et un laboratoire de génétique,
- une section et un laboratoire de technologie,
- une section et un laboratoire d'analyses chimiques.

Il dispose d'un matériel très complet (micro-usine d'égrenage, stélomètre, spectrophotomètre, matériel

d'aspersion, etc.) et d'installations nombreuses (serres, hangars, salles de réunion, logements pour les chercheurs, etc.). Une dizaine d'ingénieurs spécialisés travaillent en permanence sur le centre.

Ces ingénieurs ont bénéficié pendant plusieurs années du soutien des experts français avec qui ils ont travaillé en étroite collaboration. C'est dans le cadre de la création du Centre de Posoltega que le Gouvernement français proposa d'apporter son concours sous la forme d'une mission d'assistance technique, pour la réalisation de laquelle il fit appel à l'I.R.C.T.

Les premiers éléments permanents arrivèrent en 1966, et dès l'année suivante une équipe de trois experts était en place : un génétiste, un technologiste et un entomologiste. Depuis lors, la mission s'est déroulée normalement et actuellement il ne reste plus qu'un expert permanent (agronome).

On trouvera ci-dessous un résumé des missions permanentes :

- Génétiste :  
de juillet 1966 à mars 1968 ;
- Technologiste :  
de février 1967 à juillet 1970 ;
- Entomologiste :  
de juillet 1967 à août 1971 ;
- Agronome :  
d'octobre 1971 à octobre 1973 (prévision).

Parallèlement à ces missions permanentes, un grand nombre de missions de courte durée ont été effectuées par des spécialistes de la Direction Générale de Paris.

En 1973, cette opération touche à sa fin et nos collègues spécialistes nicaraguayens poursuivent l'œuvre entreprise avec toute la compétence souhaitable.

Le propos de cet article n'est pas de traiter tous les aspects des recherches entreprises, mais d'établir le bilan des principaux travaux effectués en matière de protection des cultures cotonnières depuis 1966. Toutefois, avant d'entamer ce sujet, nous donnerons un bref aperçu du parasitisme, ainsi que quelques éléments de météorologie.

## LE PARASITISME DES CULTURES COTONNIÈRES AU NICARAGUA

La lecture des chiffres sur l'évolution des rendements pourrait laisser croire que les problèmes de protection des cultures sont peu importants. En fait il n'en est rien, bien au contraire. En effet, on se trouve en présence d'un parasitisme polymorphe, qui dans de nombreux cas attaque simultanément toutes les parties de la plante.

Ce parasitisme semble avoir subi une évolution très nette avec le développement de la culture cotonnière. C'est ainsi que MINER signale en 1960 deux parasites importants : d'une part *Anthonomus grandis* Boheman (*Curculionidae*) et d'autre part *Sacadodes pyralis* Dyar (*Noctuidae*). Actuellement, la gamme parasitaire s'est

PLANCHE I

Fig. 1. — Au premier plan : traitement aérien des cotonniers. En arrière-plan : l'éruption du volcan Cerro Negro (1970).

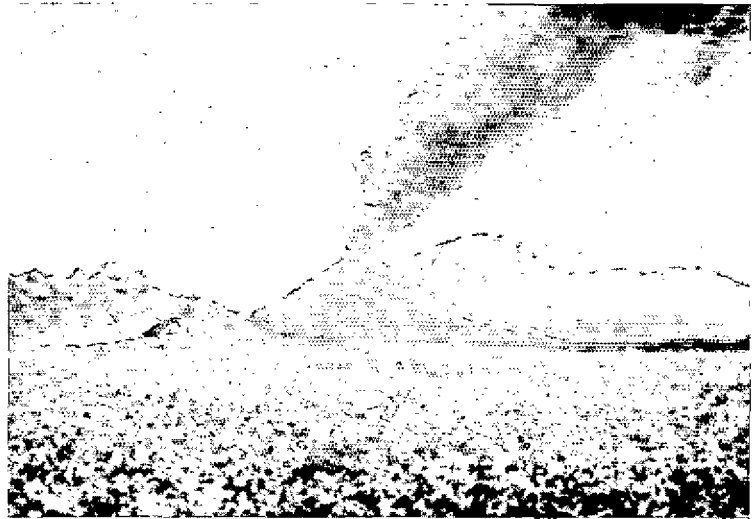


Fig. 2. — Vue générale du Centre expérimental du coton de Posoltega.



Fig. 3. — Champ de coton après défoliation.

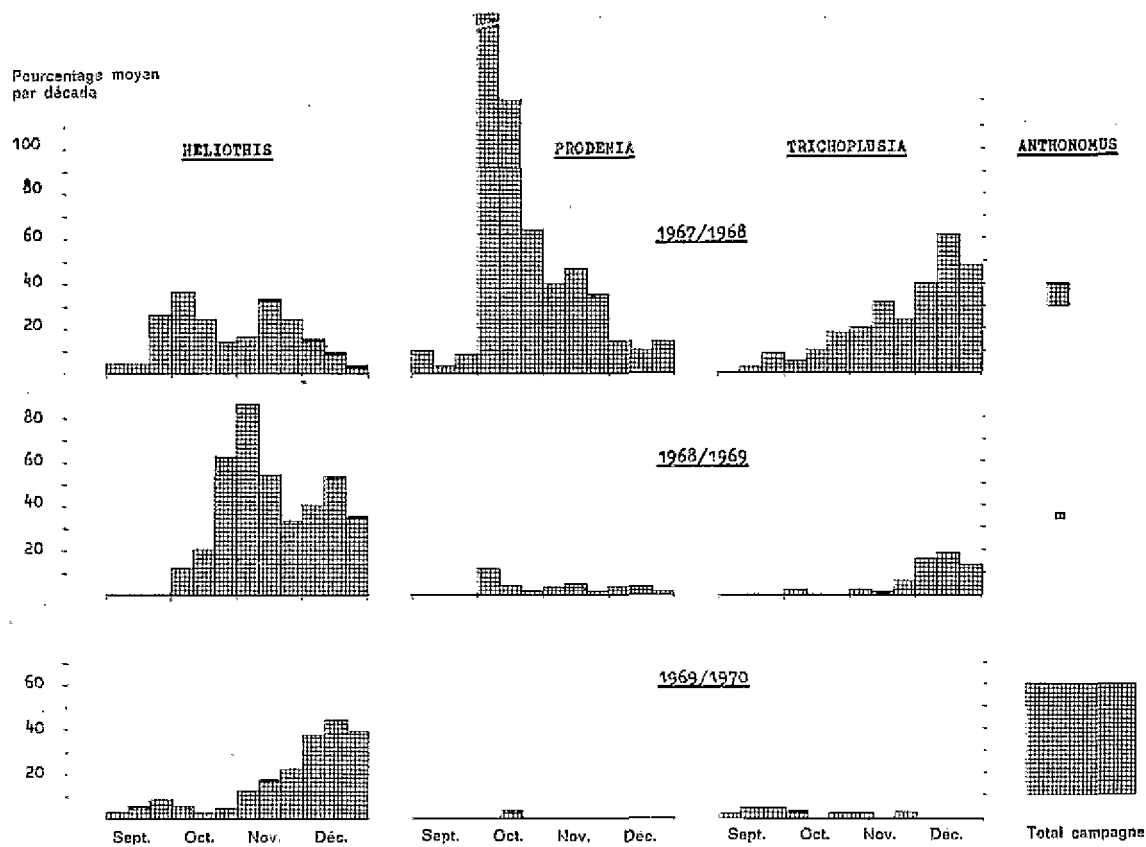
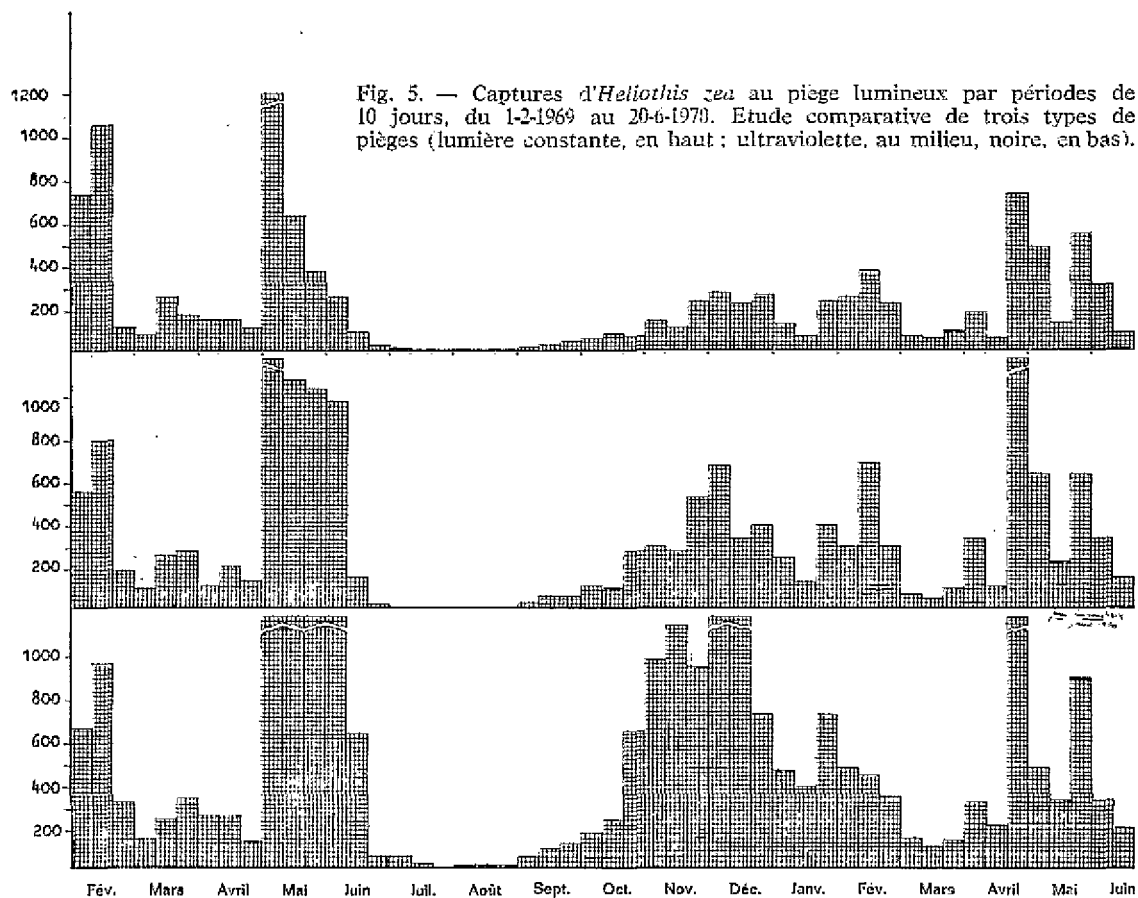


Fig. 4. — Evolution comparée du parasitisme au cours de trois années.





considérablement étendue et la liste des déprédateurs ne se limite plus aux deux que nous venons de mentionner.

Au premier rang des parasites d'importance majeure se trouve *Heliothis zea* Boddie (*Noctuidae*). Les chenilles de cette noctuelle s'attaquent à toutes les parties fructifères de la plante, ce qui peut avoir pour conséquence une perte de production considérable. *H. zea* apparaît assez généralement dans le courant du mois de septembre, et c'est pendant les mois d'octobre, novembre et parfois décembre qu'il commet le plus de ravages.

De quelques milliers de chenilles à l'hectare, les populations peuvent passer à 20 000 chenilles par hectare, et même dépasser ce niveau dans certains cas exceptionnels. L'importance relative de ce parasite peut varier dans d'assez grandes proportions d'une année à l'autre, mais il est de toutes façons toujours présent.

L'étude des captures au piège lumineux a été suivie depuis 1967-1968, et il apparaît que les sorties d'adultes sont nulles ou très réduites pendant les mois de juin, juillet et août. Elles augmentent rapidement à partir du mois de septembre pour atteindre leur maximum au cours de la période octobre-janvier. En avril, on note une diminution très marquée des captures. En mai, celles-ci remontent brutalement à un niveau très élevé pour diminuer en juin et devenir pratiquement nulles en juillet.

L'ensemble des observations réalisées pendant plusieurs années montre que les attaques d'*H. zea* sont rarement précoces, mais que par contre elles interviennent toujours au moment de la floraison du cotonnier.

Il est souvent fait mention d'*Heliothis virescens* F. mais cela nous semble tout à fait injustifié car nous n'en avons trouvé que quelques dizaines d'exemplaires à côté des dizaines de milliers d'*H. zea* capturés depuis 1967.

Un deuxième parasite est également à mentionner parmi les ennemis importants du cotonnier : il s'agit d'*Anthrenus grandis* Boheman (*Curculionidae*), encore appelé charançon de la capsule (« el picudo »). C'est un ravageur moins constant qu'*Heliothis*, bien qu'il soit observé depuis longtemps. C'est ainsi qu'il a été modéré en 1967-1968, pratiquement absent en 1968-1969, alors qu'en 1969-1970 il a représenté un danger considérable.

Les dégâts qu'il commet sont localisés sur les organes fructifères exclusivement. Il perce les tissus pour s'alimenter ou, dans le cas des femelles, pour ovipositer. La biologie de cet insecte au Nicaragua n'est pas encore bien connue et des études sont en cours pour en déterminer les caractéristiques essentielles.

À côté de ces deux déprédateurs existe tout un complexe de phyllophages dont l'importance relative est très variable. *Alabama argillacea* Hubner (*Noctuidae*) n'atteint jamais des niveaux d'infestation très élevés, mais il peut se révéler dangereux dans la mesure où il est précoce. Les attaques ont lieu géné-

ralement en août-septembre, et se poursuivent rarement au delà.

Les captures au piège lumineux montrent que d'avril à juin il y a des sorties très importantes. En juillet-août, elles diminuent considérablement, mais en septembre-octobre il y a une nouvelle poussée nette, encore que très inférieure à la précédente. De novembre à mars, les sorties d'adultes sont insignifiantes ou nulles. Il est intéressant de rappeler qu'*A. argillacea* se trouve aux États-Unis, où il arrive par migrations en provenance de l'Amérique Centrale. Il est possible que la forte poussée observée en mai-juin corresponde à une génération migrante, mais ce n'est là qu'une hypothèse qu'il faudrait confirmer.

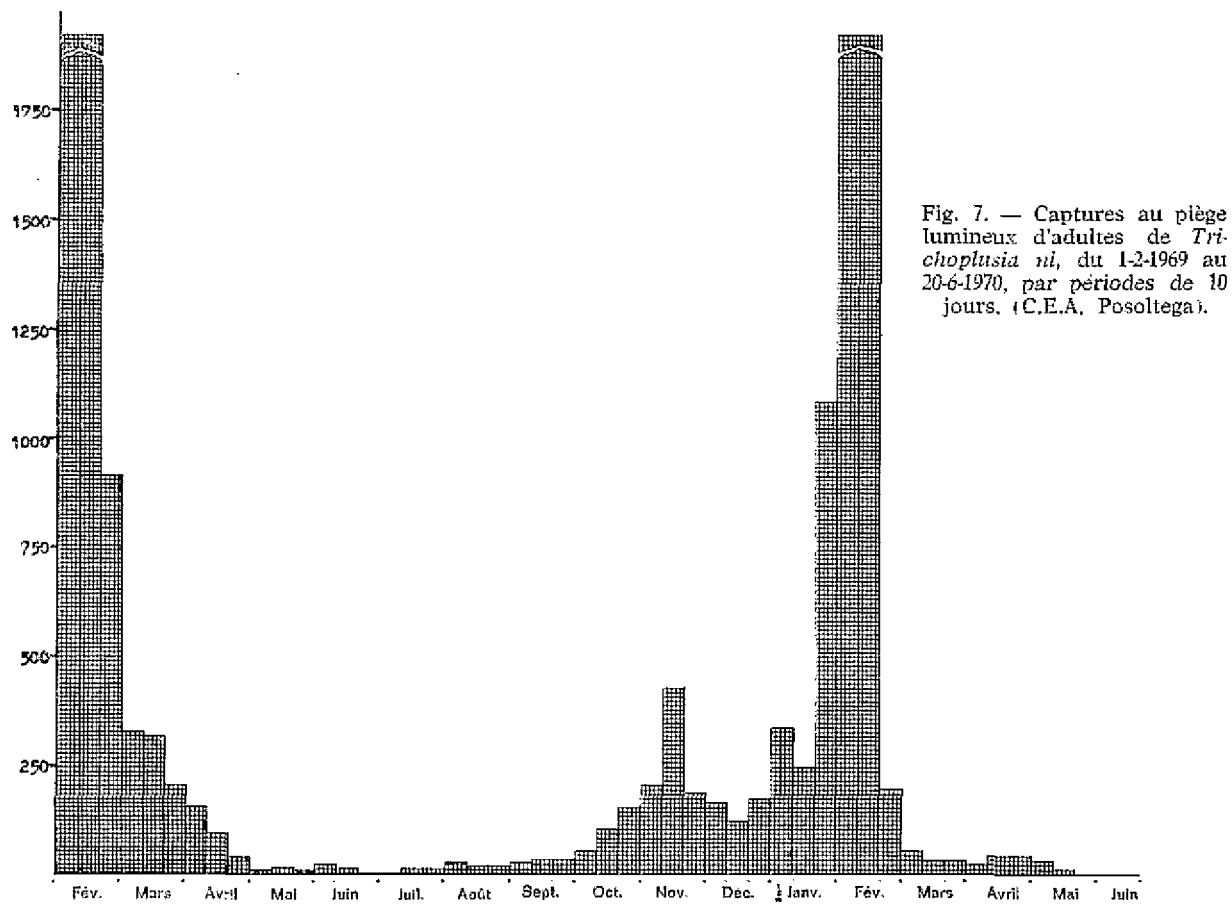
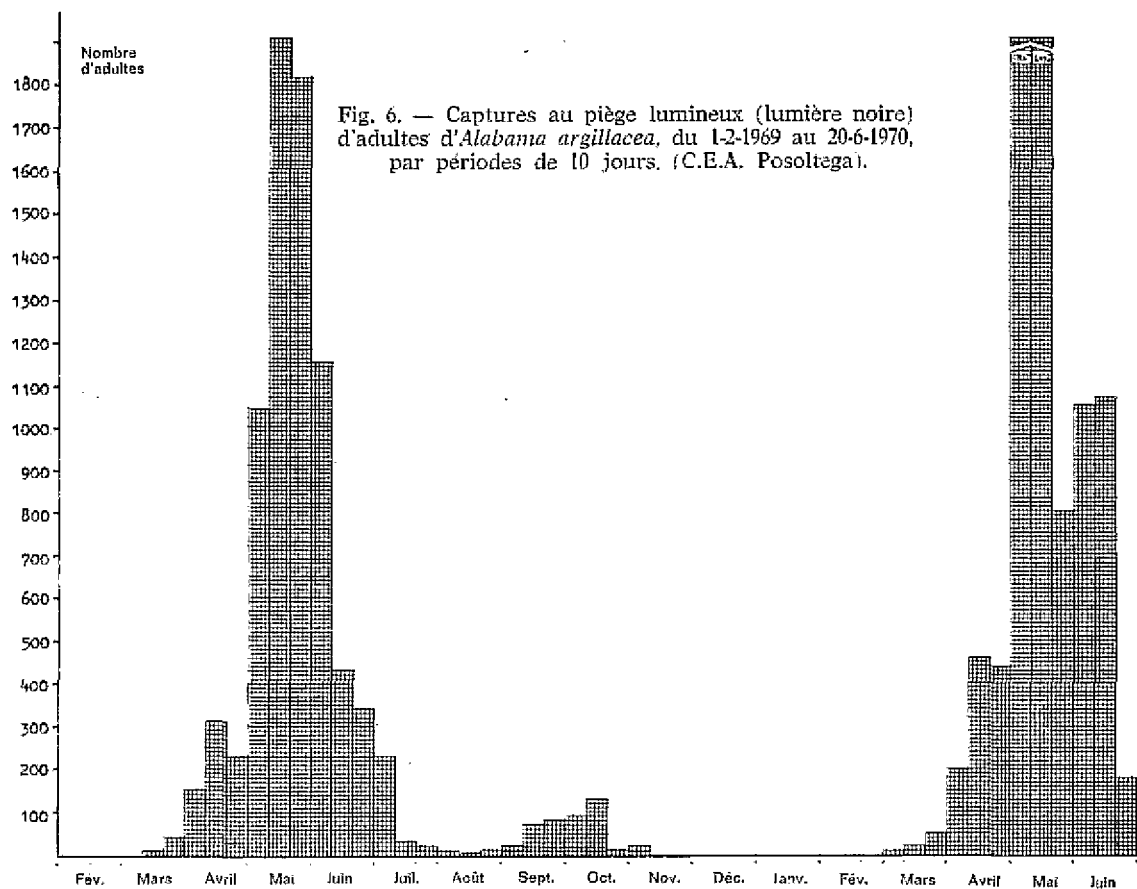
Le groupe des phyllophages les plus importants comprend un certain nombre d'espèces appartenant au genre *Spodoptera* (*Noctuidae*). Sur le plan systématique, ce genre réunit maintenant les espèces appartenant aux genres *Prodenia* et *Spodoptera* auparavant distincts.

Les espèces les plus courantes sont celles qui se rattachaient à l'ancien genre *Prodenia* : *Spodoptera eridania* (Cram.), *S. eridania lineata* (F.), *S. latifascia* (Wlk.), *S. ornithogalli* (Gn.) et *S. sunia* (Gn.). Il est difficile d'évaluer l'importance relative de chacune des espèces, car larves et imagos sont très difficiles à différencier à l'œil nu. Ce sont essentiellement des phyllophages, mais, sur des plants assez jeunes, elles peuvent s'attaquer également aux organes fructifères. Généralement, c'est pendant les mois d'octobre, novembre et décembre qu'on peut les observer. Dans les cas de fortes infestations, les populations peuvent atteindre 40 000 à 50 000 chenilles par hectare. Il faut noter toutefois que leur incidence est très variable d'une année à l'autre.

Si les espèces dont nous venons de parler étaient mentionnées depuis longtemps, par contre *Spodoptera exigua* Hübner et *S. frugiperda* J.E. Smith semblent d'apparition beaucoup plus récente en culture cotonnière. En effet, ce n'est guère qu'à partir de 1969 qu'on peut observer des infestations importantes, sans que l'on puisse pour autant dire que ces espèces soient devenues des déprédateurs réguliers du cotonnier.

*Estigmene acrea* Drury (*Arctiidae*) est un déprédateur très commun du feuillage, mais dont les populations n'atteignent un niveau élevé qu'exceptionnellement. Les larves sont recouvertes d'une abondante pilosité brune et sont extrêmement agiles et voraces. Elles peuvent mesurer jusqu'à cinq centimètres de longueur. Ce ravageur peut être dangereux, mais ses attaques sont la plupart du temps localisées, au niveau des bordures en particulier.

*Trichoplusia ni* Hübner (*Noctuidae*) est un déprédateur qui semble d'apparition relativement récente, car MINER ne le mentionne pas. Il se manifeste généralement à partir du mois de novembre et peut prendre une très grande extension en décembre et janvier : des populations de 200 000 à 250 000 chenilles par hectares ont déjà été observées. Il est exclusivement phyllophage et dans la mesure où il demeure un parasite de fin de végétation, il ne présente pas un grand danger, et joue en quelque sorte le rôle d'un défoliant



naturel. Par contre, si les attaques devaient avoir lieu plus précocement, son importance économique pourrait s'avérer très grande comme c'est le cas en El Salvador par exemple. De même que pour *Spodoptera* spp. son incidence annuelle est sujette à une grande variabilité.

*Bemisia tabaci* (Homoptera, Aleyrodidae) peut dans certains cas causer des dégâts aux cultures, mais c'est surtout parce qu'il est vecteur de virus qu'il peut être considéré comme dangereux. Toutefois, les infestations sont généralement assez localisées.

*Aphis gossypii* (Homoptera, Aleyrodidae) se manifeste sporadiquement en début de campagne.

*Bucculatrix thurberiella* Busk. (Lepidoptera, Lyonetidae) est une petite chenille mineuse de feuille qu'on est maintenant très rare de rencontrer.

*Feltia subterranea* Fabricius (Noctuidae) peut dans certaines zones causer des dégâts sur plantules.

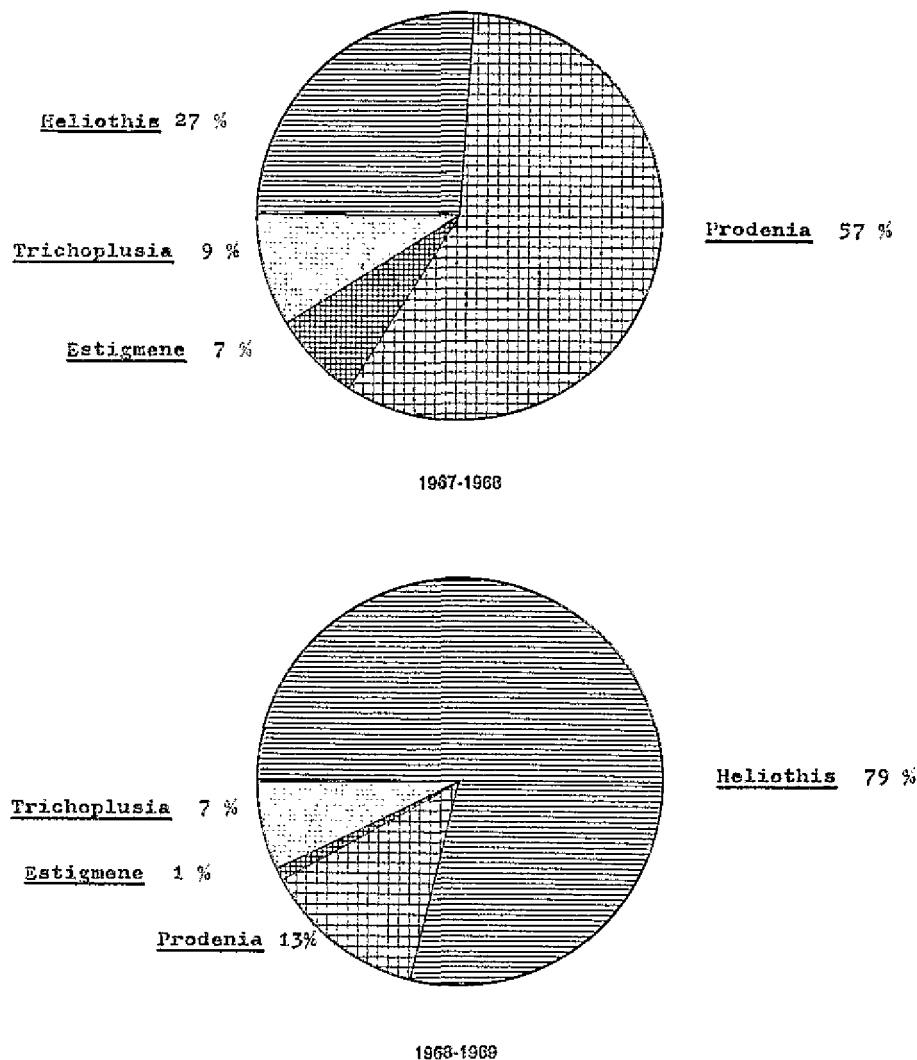
*Creontiades* spp. (Hemiptera, Miridae), semble se développer légèrement, mais ne présente pas un caractère de gravité notable.

Notons pour terminer que *Sacadodes pyralis*, jadis signalé comme un des parasites principaux à maintenant quasi totalement disparu, et ce depuis plusieurs années.

De cette rapide revue des insectes nuisibles en culture cotonnière, il faut dégager quelques points essentiels :

— les déprédations se sont assez nettement aggravées depuis une quinzaine d'années. Ce sont les phyllophages qui, relativement aux autres, ont pris l'extension la plus grande ;

Fig. 3. — Importance relative des larves de quatre déprédateurs en 1967-1968 et 1968-1969. (C.E.A. Posoltega).



— c'est de septembre à décembre que se situent les grosses attaques, et on observe alors bien souvent que tous les déprédateurs importants sont présents simultanément ;

— les mois de juin, juillet et août se caractérisent par un parasitisme modéré. Compte tenu des dates de semis (du 15 juin à fin juillet suivant les zones) cette période correspond à peu près au soixante premiers jours du cotonnier ;

— une dernière remarque doit être faite, à propos de *Pectinophora gossypiella* (« le ver rose »). Ce parasite bien connu n'existe pas en Amérique Centrale alors qu'on le trouve en grand nombre au Mexique. Toutefois, rien ne permet d'affirmer que la situation restera inchangée, et une surveillance stricte doit être maintenue.

Au total, on peut donc dire que la culture cotonnière au Nicaragua doit affronter des populations multiples et élevées de ravageurs dont le potentiel de destruction justifie les moyens de lutte parfaitement adaptés aux nécessités techniques et aux impératifs économiques.

## QUELQUES DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES

Bien que cela ne soit peut-être pas évident à première vue, la pluviométrie est un élément décisif dans la lutte contre les déprédateurs. Le Nicaragua, rappelons-le et plus spécialement la partie sous l'influence du Pacifique, est une région tropicale à deux saisons : saison sèche de décembre à avril, saison des pluies de mai à novembre.

La pluviométrie y est généralement assez forte et si, dans certaines zones, il ne tombe qu'un mètre de pluie, dans d'autres il peut tomber plus de deux mètres. C'est donc un facteur dont il faut tenir compte, non seulement sur le plan agronomique, mais également à propos des traitements insecticides. En fait, et trop de gens l'oublie, la pluviométrie est un des paramètres qui contribuent le plus à déterminer le nombre minimum d'applications.

A titre d'exemple, on trouvera dans le tableau 2 la pluviométrie de la station de Posoltega depuis 1967.

Tableau 2. — Pluviométrie mensuelle à Posoltega (Nicaragua) de 1967 à 1972, en millimètres de pluie.

Année	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
1967				53	22	434	137	178	330	233	107	4	1 498
1968					253	550	75	162	515	525	40		2 090
1969			2	45	259	464	131	386	493	678	133		2 591
1970			66	170	203	119	241	379	171	146	31		1 526
1971				315	83	219	403	574	458	90			2 142
1971				482	127	54	101	144	243	75	29		1 205

Deux choses retiennent l'attention dans le tableau 2 : d'une part la variabilité d'une année à l'autre, et d'autre part l'importance des précipitations en juin, septembre et octobre. Dès lors on réalise plus aisément les difficultés rencontrées en matière de protection des cultures lorsqu'il tombe 574 mm dans le mois (septembre 1971) ou même 678 (octobre 1970). Ce n'est même plus un problème de lessivage des traitements, mais une impossibilité de procéder à l'application. C'est d'ailleurs pourquoi les recherches se poursuivent depuis plusieurs années pour essayer de trouver des produits adhérents, mais il faut bien dire que jusqu'ici les résultats ne sont pas très encourageants.

Par ailleurs, on observe dans les zones à fortes précipitations de nombreuses pourritures des capsules sur le tiers inférieur des plants, ce qui vient encore aggraver l'incidence des pluies.

Au Nicaragua, plus de 80 % des surfaces sont traitées par avion, et il est bien évident que les conditions météorologiques revêtent alors une importance prépondérante. Les pluies tombent le plus souvent l'après-midi et dans la soirée, et il est donc recommandé d'effectuer les traitements tôt le matin.

Notons que les tornades et ouragans ne sont pas

exceptionnels : l'année 1969 a été remarquable à ce point de vue, puisqu'il y a eu 11 ouragans pendant la campagne.

Dans le cas d'éruptions volcaniques sévères comme celles du Cerro Negro en 1968 et 1970, le vent joue un rôle important, et des milliers d'hectares sont ainsi demeurés pendant plusieurs semaines sous une pluie de cendres continuelle.

Au total l'incidence des conditions météorologiques dans la réalisation des traitements est loin d'être négligeable et il était bon de le souligner.

## BILAN DE CINQ ANNÉES DE RECHERCHES

### a) Bref rappel de la situation en 1966

Ce que nous venons de voir au sujet du parasitisme et de la météorologie nous a permis de définir en quelque sorte « l'environnement », mais il convient d'y ajouter d'autres facteurs d'ordre technique et économique. Dans la mesure où le but de cet article est de dresser le bilan des recherches poursuivies depuis 1966, un bref retour en arrière est souhaitable afin



de décrire la situation qui se présentait alors. Nous verrons par la suite quelles expérimentations ont été réalisées et les conclusions qu'on peut en tirer.

En 1966, la situation dans le domaine phytosanitaire pouvait se définir ainsi :

— un nombre moyen de traitements compris entre 25 et 35 ;

— une anarchie complète dans l'emploi des produits insecticides (plus de cent produits ou mélanges proposés au choix de l'agriculteur) ;

— des applications, en grande partie aériennes, réalisées dans des conditions techniques très insuffisantes ;

— une augmentation constante des doses d'insecticides épandues qui avait pour conséquence : la pollution des eaux et des autres cultures, de nombreuses intoxications, la présence de résidus dans les viandes, la disparition généralisée des prédateurs et parasites, l'augmentation probable de la résistance à certaines insecticides ;

— des coûts de production très élevés dus en grande partie aux dépenses excessives occasionnées par la protection insecticide ;

— une absence d'information des agriculteurs, etc.

La tâche étant donc multiple, et dans une première phase nous avons donné la priorité aux expérimentations au champ.

## b) Méthodologie des essais

Le dispositif utilisé dans l'ensemble de nos essais était celui des blocs de Fisher :

- parcelle élémentaire : 10 lignes de 25 mètres
- interligne : 1 mètre
- interplant : 0,5 mètre
- nombre de répétitions : 6 en moyenne
- nombre d'objets : 5 en moyenne.

L'appareillage de traitement était constitué par un tracteur enjambeur marque High Boy couvrant 10 rangées de cotonniers. Sur ce type d'appareil la hauteur de la barre de traitement est réglable, et peut atteindre 2,20 m. à 2,30 m. C'est là un des aspects les plus pratiques de ce tracteur car il n'est pas rare de voir les cotonniers atteindre une hauteur nettement supérieure à 2 m.

Les plants sont traités par le haut (1 buse tous les mètres sur la barre, entre deux lignes) et latéralement par un tube souple de longueur réglable et portant 2 buses en T à son extrémité. La quantité de liquide épandu est de l'ordre de 100 litres/hectare.

Le nombre d'applications était de 15 à 20 dans les essais de produits, et variable dans les autres essais, en fonction du protocole expérimental.

Afin de réunir le plus grand nombre possible d'informations dans chaque essai, les observations suivantes étaient effectuées :

- relevé du stand de toutes les parcelles,
- comptages de la floraison 3 fois par semaine sur une ligne de chaque parcelle,
- estimation du parasitisme 3 fois par semaine sur 10 plants par parcelle,
- mesure de la hauteur des plants tous les mois,
- étude du shedding des organes fructifères (massage bi-hebdomadaire sur une ligne par parcelle),
- récolte sur 2 ou 4 lignes centrales de chaque parcelle.

A titre d'exemple on trouvera dans le tableau 3 une récapitulation des résultats obtenus dans un essai réalisé en 1968, et dans lequel les produits étaient comparés à un témoin :

Tableau 3. — Observations faites dans un essai de produits insecticides en 1968 à Posoltega et quelques résultats.

Observations	A (1)	B	C	D	E
Date de semis .....	8 août	8 août	8 août	8 août	8 août
Relevé du stand .....	+	+	+	+	+
Date du premier traitement .....	14 oct.	14 oct.	14 oct.	14 oct.	14 oct.
Nombre total de pulvérisations .....	15	15	15	15	15
Floraison en % du témoin .....	57	105	57	91	100
Population d' <i>Heliothis</i> , en % du témoin .....	162	106			100
Population de <i>Prodenia</i> , en % du témoin .....	56	47	135	101	100
Population de <i>Trichoplusia</i> , en % du témoin .....	372	115	172	350	100
Relevé du shedding .....	+	+	+	+	+
Hauteur finale des plants (cm) .....	209	196	203	205	194
Récolte de cotongraine :					
Rendement en kg/ha .....	562	2 725	741	2 140	2 673
Rendement en % du témoin .....	21	102	28	80	100
Bilan économique (2) :					
Bénéfice total .....	461	2 243	610	1 761	2 200
Prix des produits .....	809	546	375	—	490
Coût des traitements .....	150	150	150	150	150
Coût total des applications .....	759	696	525	—	640
Solde .....	298	1 547	85	—	1 560

(1) A : Cylane ; B : Azodrine ; C : Endrine ; D : Gardona ; E : Toxaphène-DDT-MP Témoin.

(2) Les coûts sont exprimés en cordobas 1968 (1 cordoba = 0,70 F).

Tableau 4. — Liste des produits insecticides expérimentés en culture cotonnière au Nicaragua de 1966 à 1971.

Produits expérimentés	Fabricant	66	67	68	69	70	71
Abate .....	American Cyanamid			x	x		
Agrocide 26 DP .....	Imperial Chemical Company				x		
Azodrine .....	Shell	x	x	x		x	
Azodrine-DDT .....			x	x	x	x	x
CA 6900 .....	CELA			x	x	x	x
CA 6900 + DDT .....					x	x	
Cylane (47031) .....	American Cyanamid		x	x			
Cylane + DDT .....					x	x	
Cytel 1000 E (Fenitrothion) .....	American Cyanamid					x	
Diazinon .....	Geigy		x				
Dipterex .....	Bayer				x		x
Dursban .....	Dow Chemical Company				x		
Endrine .....	Shell			x			
Endrine-DDT .....		x					
E.P.N. ....	Du Pont de Nemours		x	x			
E.P.N. + Méthyl Parathion .....					x		
E.P.N. + Toxaphène .....				x			
Ethyl-méthyl Parathion .....				x	x	x	x
Folimat .....	Bayer				x		
Fenitrothion .....	Voir Cytel 1000 E						
Galecron* + Ethyl-Méthyl Parathion ....	* CIBA				x	x	x
Gardona .....	Shell			x	x	x	
Gusathion .....	Bayer				x	x	
Képone .....	Allied Chemical Company				x	x	
Kilval .....	Rhône Poulenc		x				
Lannate .....	Du Pont de Nemours	x	x	x	x		
Matacil Combi .....	Bayer		x	x			
Méthyl Parathion .....						x	
Méthyl Parathion + DDT .....			x		x		
Nexagan (Cela S 2225) .....	CELA			x			
Niran .....	Monsanto						
Phosvel (VCS 506) .....	Velsicol				x	x	
Sevimol .....	Union Carbide				x	x	x
Sevin .....	Union Carbide			x			
Sevin + Malathion* .....	*American Cyanamid		x				
Sevin + Méthyl Parathion .....				x	x	x	
Supracide .....	Geigy	x	x		x	x	
Supracide-DDT (A 3643) .....					x	x	
Sumithion .....	Sumimoto Chemical			x			
Talcord (WI 21959) .....	Shell				x	x	
Temik 10 G .....	Union Carbide					x	
Thiodan .....	Hoechst				x	x	
Toxaphène-DDT .....		x	x	x	x	x	x
Toxaphène-DDT-Méthyl Parathion .....		x	x	x	x	x	x
Toxaphène-Ethyl Méthyl Parathion .....					x		
Toxaphène Méthyl .....					x		
VC 34096 .....	Union Carbide		x				
Valexon .....	Bayer				x		
VT 2709 .....	Rhône Poulenc					x	
Zolone .....	Rhône Poulenc		x				
Zolone-DDT .....	Rhône Poulenc		x				
I642 .....	Du Pont de Nemours					x	
I642-DDT .....			x				
47 470 .....	American Cyanamid			x			
BHC-DDT .....					x		

Ce tableau est assez représentatif des indications que peut fournir un essai de produits dans les conditions de culture du Nicaragua. On y voit qu'une pression forte des déprédateurs peut donner des différences marquées de production : 562 kg/ha pour le produit A contre 2673 au témoin. D'autre part, même avec un mauvais rendement, le produit A témoigne d'une très bonne action sur *Prodenia* (observation amplement confirmée par la suite). Enfin, les éléments fournis par l'analyse économique permettent de mieux choisir un produit en fonction de son spectre d'action mais aussi de son prix.

### c) Les essais de produits insecticides

Depuis 1966, plus de 60 produits ou mélanges insecticides ont été mis en expérimentation. Compte tenu du fait que la plupart d'entre eux sont testés plusieurs fois, nous disposons actuellement d'environ 160 résultats expérimentaux.

On trouvera dans le tableau 4, la liste de tous les produits testés, ainsi que les années au cours desquelles ils ont été expérimentés.

Dans l'ensemble, la méthode que nous avons adoptée a donné de bons résultats et l'on sait maintenant quels sont les produits qu'il faut utiliser en culture cotonnière. Si on rappelle qu'en 1965 près de 100 produits ou mélanges étaient offerts sans discernement au cultivateur, on voit mieux le chemin parcouru en quelques années : actuellement le choix est restreint à une dizaine de préparations parmi lesquelles moins de la moitié sont régulièrement utilisées à grande échelle.

Le mélange Toxaphène-DDT est depuis de longues années déjà celui qui donne les résultats les plus constants. Il présente l'avantage d'avoir un spectre d'action insecticide assez large (*Heliothis*, *Prodenia*, *Trichoplusia*, *Estigmene*). Il est également bon marché, d'autant plus que le Toxaphène est fabriqué sur place. L'adjonction de Méthyl-parathion permet de contrôler également *Anthrenomus*, mais augmente le coût des applications de près de 20 %.

L'Azodrine est un très bon produit qui exerce une action toxique bonne sur *Heliothis* et très bonne sur *Prodenia*, *Trichoplusia* et *Estigmene*. Toutefois, c'est un produit cher et dangereux, et c'est pourquoi le centre de Posoltega a mis au point un mélange Azodrine-DDT, aussi efficace mais moins dangereux et meilleur marché. Ce mélange a d'ailleurs été repris dans d'autres pays.

Ces deux formulations à base de DDT sont les plus couramment utilisées en culture cotonnière et spécialement dans les cas où on a affaire à des phyllophages associés à des déprédateurs des organes fructifères.

D'autres produits sont également recommandés lorsqu'on se trouve en présence d'un ravageur qui prédomine nettement. Leur spécificité vis-à-vis d'un insecte les fait alors préférer aux mélanges à large spectre d'action.

Le Cylane est particulièrement typique à cet égard puisqu'il n'agit que sur un seul insecte : *Prodenia*.

Le Lannate exerce une bonne action toxique sur *Heliothis*. Toutefois, c'est un produit à utiliser avec prudence car son usage répété fait apparaître des phénomènes de phytotoxicité. On peut l'utiliser en mélange avec du méthyl-parathion, ce qui élimine le risque de phytotoxicité, mais diminue l'efficacité.

Le CA 6900 a été testé pour la première fois à Posoltega, et il s'est révélé particulièrement toxique pour *Heliothis*. Ce produit n'est pas encore commercialisé.

Le méthyl-parathion reste le seul produit qui agisse vraiment contre *Anthrenomus* et c'est pourquoi on le trouve si souvent associé aux autres préparations insecticides, tel le Toxaphène-DDT par exemple.

Le Sevin, et surtout le Sevimol se sont avérés très efficaces sur *Heliothis* et sont d'autant plus recommandés que leur toxicité vis-à-vis des animaux à sang chaud est relativement basse par rapport aux autres produits.

Le Galecron a pour caractéristique d'être un ovicide, avec toutefois une bonne action sur les très jeunes larves d'*Heliothis* en particulier. Il est généralement associé à d'autres produits, spécialement avec le mélange Ethyl parathion-Méthyl parathion. Le Galecron semble être un produit très prometteur.

Les doses couramment utilisées pour ces différents produits sont les suivantes (tableau 5) :

Tableau 5. — Doses couramment utilisées des produits insecticides conseillés au Nicaragua après expérimentation au centre de Posoltega.

Produit	% de m.a.	Dose de produit commercial/ha
Toxaphène-DDT .....	48-24	de 5,4 à 8,1 litres
+ Méthyl Parathion .	48	de 0,7 à 1,4 litre
Azodrine .....	56	de 0,7 à 1,4 litre
Azodrine-DDT .....	56-34,5	de 0,5 à 0,7 litre
Cylan .....	25	de 1,4 à 2,1 litres
CA 6900 .....	50	2 litres
Sevin .....	30	de 1,9 à 2,6 kg
Sevimol .....	36	de 2,7 à 6,7 litres
Lannate .....	90	de 0,3 à 0,49 kg

Peut-être le lecteur familiarisé avec la culture cotonnière africaine trouvera-t-il ce nombre de produits encore excessif. Cela peut le paraître effectivement mais la situation phytosanitaire au Nicaragua nécessite véritablement une stratégie de la protection qui soit adaptée à cette variation des insectes ravageurs que nous avons évoquée plus haut.

D'autre part, la possession de plusieurs armes insecticides permet de parer à une éventuelle résistance, ou à une réglementation nouvelle (interdiction possible du DDT par exemple).

Enfin, le système de la libre entreprise s'oppose à toute forme de dirigisme technique et les agriculteurs doivent conserver le libre choix des produits qu'ils estiment leur convenir le mieux.

#### d) Les essais de dose et de fréquence

Ces essais, associés à ceux de dates de premier traitement, avaient pour but de diminuer le coût des applications insecticides, soit par réduction de la dose soit par diminution du nombre des traitements.

Bien entendu, il n'est pas question de déterminer un nombre idéal d'applications, car les conditions sont trop variables d'une année à l'autre. Ce que nous avons voulu démontrer c'est qu'il est possible de diminuer les doses dans le cas de traitements nom-

breux et rapprochés, ou de diminuer le nombre de traitements en utilisant des doses plus fortes. Ces deux méthodes permettent d'abaisser le coût de la production, alors que cela est irréalisable si l'on s'en tient à la pratique courante qui consiste à traiter le plus souvent possible en utilisant la dose la plus forte.

Sous différentes formes, ces essais ont été réalisés pendant quatre années de suite. A titre d'exemple, on trouvera dans le tableau 6 les résultats des expérimentations faites en 1968 et 1969.

Tableau 6. — *Résultats économiques d'essais de doses et de fréquences de produits insecticides à Posoltega, en culture cotonnière.*

Année	Objet	Nombre de traitements	Rendements		Bénéfice brut	Coût des applications	Solde	Solde en % du témoin
			kg/ha	% du témoin				
1968-1969	A (1)	23	3 119	119	2 566	861	1 705	99
	B	12	2 615	100	2 152	443	1 709	100
	C	7	2 176	83	1 791	253	1 538	90
	D	23	2 942	112	2 420	533	1 887	110
	E	12	1 761	67	1 449	277	1 172	68
1969-1970	A	28	2 895	115	2 606	1 000	1 606	91
	B	15	2 500	100	2 250	496	1 754	100
	C	9	2 084	83	1 876	298	1 578	90
	D	28	2 548	101	2 294	617	1 677	95
	E	15	2 026	81	1 825	325	1 500	85

(1) A : dose complète, 2 fois par semaine - B : dose complète, 1 fois par semaine - C : dose complète, tous les 12 jours - D : demi dose, 2 fois par semaine - E : demi dose, 1 fois par semaine.

Les résultats obtenus montrent qu'il n'est pas indispensable d'atteindre le maximum de rendement pour atteindre une rentabilité optimale. C'est même parfois l'inverse qui se produit puisque dans l'essai réalisé en 1969 une production de 2 895 kg/ha laisse finalement moins de bénéfice qu'une production de 2 500 kg/ha.

Le but final n'est pas de produire « à tout prix », c'est d'obtenir le maximum de bénéfice au moindre coût.

#### e) Essais de date de début de traitement

Ces essais sont parmi les plus importants que nous ayons réalisés dans notre action pour faire baisser le nombre des traitements. Sur le plan psychologique, ils ont impressionné les agriculteurs d'autant plus facilement que leur dispositif simple en faisait un excellent moyen de démonstration.

Nous avons repris ces expérimentations pendant plusieurs années, et nous en donnons un résumé dans le tableau 7.

Pas plus que dans les autres essais, nous n'avons cherché à établir un calendrier fixe d'applications. Plus simplement, nous avons voulu montrer qu'il était tout à fait possible d'attendre de 50 à 60 jours avant de traiter ce qui constitue le moyen le plus simple de limiter le nombre d'applications.

A partir de 1970 a été lancée une opération de lutte intégrée dans laquelle l'accent était mis, entre autres choses, sur le danger des traitements précoces, et la nécessité d'un délai d'attente raisonnable, afin de respecter l'équilibre biologique. C'est ainsi que les expérimentations réalisées depuis plusieurs années à Posoltega furent à la base de l'action « contrôle biologique » qui bénéficie d'une diffusion exceptionnelle.

On ne peut que s'en réjouir, même si parfois l'action essentielle du centre de Posoltega a été manifestement sous-estimée au profit d'opérations à caractère publicitaire plus que scientifiquement original.

Cela étant dit, le programme de lutte intégrée bénéficie du concours de nombreux organismes, et il constitue de ce fait une remarquable entreprise de vulgarisation des résultats auprès des agriculteurs.



Tableau 7. — Résultats économiques d'essais de date de la première pulvérisation insecticide en culture cotonnière au Nicaragua.

Année	Objet	Date du 1 <sup>er</sup> traitement (1)	Nombre de traitements	Rendement en kg/ha	Rendement en % du témoin	Bénéfice brut	Coût des traitements	Solde	Solde en % du témoin
1968-1969	A	42	19	2 962	94	2 437	672	1 765	89
	B	49	18	3 040	97	2 500	648	1 852	93
	C	56	17	3 012	96	2 478	625	1 853	93
	D	63	16	3 135	100	2 580	597	1 983	100
	E	70	15	2 983	95	2 454	569	1 885	95
1969-1970	A	49	19	2 265	98	2 040	658	1 382	94
	B	56	18	2 227	96	2 005	634	1 371	93
	C	63	17	2 307	100	2 077	610	1 467	100
	D	70	16	2 197	95	1 978	586	1 394	94
	E	77	15	2 310	100	2 079	562	1 517	104
1970-1971	A	62	21	2 733	109	2 757	784	1 973	107
	B	62	18	2 503	100	2 527	691	1 836	100
	C	67	17	2 615	104	2 638	659	1 978	103
	D	90	15	2 361	94	2 382	595	1 787	97
	E	90	14	2 276	90	2 296	554	1 742	94

(1) Nombre de jours après le semis

## CONCLUSION

Le centre expérimental du coton de Posoltega existe maintenant depuis six ans et le bilan des résultats obtenus est particulièrement positif. Au cours de cette période, il a fallu poursuivre trois objectifs : rendre le centre opérationnel le plus rapidement possible, s'attaquer aux problèmes techniques les plus urgents et entreprendre une action en profondeur au niveau des agriculteurs.

En ce qui concerne le premier point, il se passe de longs commentaires : nos collègues nicaraguayens assument désormais tous les travaux de recherche avec conscience et compétence. Ajoutons que le centre représente une réalisation unique en Amérique Latine, où ses travaux bénéficient d'une diffusion de plus en plus vaste.

Les problèmes techniques ne sont évidemment pas tous résolus, et il ne saurait en être autrement dans une discipline telle que la recherche appliquée. Dans le domaine des applications aériennes en particulier, il reste beaucoup à faire. Certains travaux n'ont pas encore abouti à des résultats positifs : citons par exemple la lutte bactériologique, la recherche de produits adhérents, ou l'étude des modes d'épandage.

Par contre de très gros progrès ont été réalisés en ce qui concerne les produits : le marché des insecticides a été totalement assaini, et il n'est absolument plus question de commercialiser un produit sans une expérimentation préalable à Posoltega. Depuis plusieurs années déjà, tous les produits nouveaux (expérimentaux ou non) doivent être testés pendant deux ans à Posoltega. Ce n'est qu'au vu des résultats qu'ils sont éventuellement homologués et introduits dans le

circuit commercial normal. Ce système a jusqu'ici donné satisfaction et il faut reconnaître que les maisons de produits s'y sont finalement pliées de bonne grâce. Il faut également rappeler qu'il existe à Posoltega un laboratoire d'analyse des insecticides : on peut y vérifier la composition exacte de la plupart des produits vendus sur le marché et s'assurer que les formulations commerciales correspondent bien aux indications fournies par le fabricant.

Suivant une statistique très récente (mars 1973) la moyenne nationale des traitements insecticides pour la campagne 1971-1972 est de l'ordre de 21, avec pour les principales zones, les chiffres suivants :

- Chinandega de 17,8 à 21,7.
- Léon de 19 à 22.
- Managua 23.

Il y a donc eu en moins de 10 ans une amélioration considérable, et compte tenu de la variation annuelle, on se rapproche peu à peu du nombre non pas idéal, mais raisonnable. Dans la mesure où cette diminution du nombre d'applications s'est accompagnée d'un meilleur choix des produits insecticides et des doses à épandre, le bilan financier devient plus favorable.

Quant aux agriculteurs, ils sont enfin convaincus que la recherche travaille pour eux, mais que de réticences a-t-il fallu vaincre ! Il est vrai que dans ce pays, la culture cotonnière nécessite de la part des planteurs une haute technicité, et le chercheur ne doit pas oublier qu'il s'adresse à des hommes qui connaissent bien leur métier.

C'est d'ailleurs ce qui fait l'intérêt du travail expérimental, car la recherche est en quelque sorte « en prise directe » sur la production, et il faut donc main-

tenir le contact avec l'agriculteur. Par la publication de rapports, de revues, de bulletins techniques, les résultats obtenus à Posoltega sont assurés d'une large diffusion. De plus, de nombreuses réunions d'information ont lieu au cours de l'année soit au centre expérimental, soit chez les agriculteurs eux-mêmes. Enfin, un séminaire a lieu chaque année, et on y fait le point de la situation.

Actuellement, la culture cotonnière semble avoir surmonté sa crise et depuis 1970 on assiste à un redressement marqué. Il serait présomptueux d'en attribuer tout le mérite à la recherche car un effort de rationalisation a été entrepris dans tous les domaines : meilleure politique de financement, amélioration de la gestion des exploitations, élimination des zones marginales, etc. Mais c'est justement parce que la recherche est soutenue par d'autres actions qu'elle joue pleinement son rôle.

Les exportations de coton représentaient en 1971 22 % des exportations totales du Nicaragua, soit l'équivalent de 41,3 millions de dollars. C'est dire l'importance que le coton représente pour un pays en voie de développement comme le Nicaragua. Etant donné les événements dramatiques que vient de connaître le pays, la culture cotonnière est plus nécessaire que jamais et il faut souhaiter que l'effort entrepris par la Commission Nationale du Coton et les chercheurs du centre de Posoltega soit maintenu et poursuivi avec autant de succès que par le passé.

## BIBLIOGRAPHIE

- BERTRAND J., 1968. — Los costos de producción. Com. Nac. Alg. Nicaragua.
- CADOU J., 1966. — Rapport de mission au Nicaragua. I.R.C.T.
- COMISION NACIONAL DEL ALGODON, 1973. — Formas y numero de aplicaciones de insecticidas por manzana cosecha 1971-1972.
- DELATTRE R., 1965. — Liste provisoire des insectes du cotonnier en El Salvador. I.R.C.T.
- LABOUCHEIX J., 1967. — Rapport de mission au Nicaragua. I.R.C.T.
- LABOUCHEIX J., 1968. — Rapport de mission au Nicaragua. I.R.C.T.
- LABOUCHEIX J., 1969. — Rapport de mission au Nicaragua. I.R.C.T.
- LABOUCHEIX J., 1970. — Rapport de mission au Nicaragua. I.R.C.T.

MILLER F.D., 1960. — Cotton insects in Nicaragua. J. econ. Ent., 53, 2, 291-296.

TERAN F. et J. INCER, 1964. — Geografía de Nicaragua. Banco Central de Nicaragua.

VAUGHAN M., 1964. — Situación de las plagas en la Agricultura de Nicaragua. Nuestra tierra VIII, 74 Ed. Min. Agric. Ganad. Managua.

## SUMMARY

*Although cotton production occupies an important place in the economy of Nicaragua, a number of factors have reduced the cultivation of cotton to the limits of profitability.*

*The creation of the Cotton Experimental Station in 1966 was one of the measures which has contributed most effectively to the present improvement of the situation. A French technical mission, consisting of experts of the IRCT, assisted in intensifying research activities with very positive results.*

*This article covers plant protection problems and the principal results obtained in this field since 1966. After describing the parasites in cotton cultivation, the author shows how a better choice of plant protection products and a smaller number of treatments has enabled the profitability of this crop to be improved, an improvement which has been constant since 1970.*

## RESUMEN

*Mientras que la producción algodonera ocupa un puesto importante en la economía de Nicaragua, cierto número de factores habían llevado el cultivo del algodón al límite de la rentabilidad.*

*La creación del Centro experimental del Algodón en 1966, constituye una de las medidas que han contribuido más eficazmente al mejoramiento actual de la situación. Una misión de ayuda técnica francesa, efectuada por expertos del IRCT, ha prestado su concurso al desarrollo de esta acción de investigación apareciendo un balance ampliamente positivo.*

*Este artículo se consagra a los problemas de protección fitosanitaria y a los principales resultados obtenidos en ese dominio desde 1966. Después de una descripción del parasitismo de los cultivos algodoneros, el autor muestra cómo una mejor elección de los productos y una disminución del número de los tratamientos, han permitido mejorar la rentabilidad de este cultivo cuya recuperación es constante desde 1970.*